

## *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss Kültürüne Farklı Işık Yoğunluklarının Etkisi

\*Edis Kuru<sup>1</sup>, Semra Cirik<sup>1</sup>, Gamze Turan<sup>1</sup>, İlknur Ak<sup>2</sup>, Aslı Başaran<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Bornova, 35100, İzmir, Türkiye

<sup>2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Terzioğlu Kampüsü, 17020, Çanakkale, Türkiye

\*E mail: edis.kuru@ege.edu.tr

**Abstract:** *The effects of different light intensities on the Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss Culture.* In this study, a culture of a red macro algae *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss in the continuous water flow indoor 20 lt tank systems with different light intensities was examined. During the study, continuous water exchange was supplied by a water pump from the sea into the tanks. The water flow was recorded as 1.44 m<sup>3</sup>.day<sup>-1</sup>. Daily 12 hrs illumination and 12 hrs dark photo-period cycle was applied above the water surface area in the tanks. During the illumination period, 1000 and 3000 lux light intensities were supplied. During the 3-month study period between November 2002 and January 2003, the water temperature was ranged between 8.7 and 20 °C. During the experiment *G. verrucosa* biomass and water quality parameters were measured and recorded periodically. From the result of study, it was concluded that the light intensity and temperature affected growth of algae, and there was no significant differences recorded between the algal growth measured grown at 1000 lux and 3000 lux light intensities, even algal growth was measured higher at 3000 lux light intensity.

**Key Words:** *Gracilaria verrucosa*, light intensity, culture techniques.

**Özet:** Bu çalışmada, kırmızı alglerden (Rhodophyta) *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss türünün farklı ışık yoğunluklarında 20 litrelik sürekli su akışının sağlandığı tanklarda yetiştiriciliği araştırılmıştır. Yapılan çalışmada, denizden pompalanan su tank sistemlerine getirilerek sürekli akış sağlanmıştır. Suyun debisi 1.44 m<sup>3</sup>. gün<sup>-1</sup> olarak ayarlanmıştır. Tanklarda su yüzeyine 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık fotoperiyot uygulanmıştır. Aydınlatma esnasında, 1000 ve 3000 lux olmak üzere iki farklı ışık şiddeti uygulanmıştır. Üç aylık deneme süresince (Kasım 2002 – Ocak 2003) tanklardaki su sıcaklığı 8.7-20°C arasında değişmiştir. *G. verrucosa* biyomasi ve su parametreleri düzenli olarak ölçülmüştür. Gelişmeleri düzenli olarak incelenen alglerde algin büyümesine ışık yoğunluğu ve sıcaklığın etki ettiği belirlenirken, uygulanan 1000 ve 3000 lux gibi iki farklı ışık şiddetinin algin büyümesinin 3000 lux ışık şiddetinde daha fazla olduğu ancak her iki ışık şiddeti arasında istatistiksel bir farklılık tespit edilmemiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Gracilaria verrucosa*, ışık yoğunluğu, kültür teknikleri.

### Giriş

Fotosentez ile ortama oksijen sağlayarak diğer canlıların beslenme ve üreme alanlarını oluşturan algler aynı zamanda deniz ekosisteminin önemli canlı topluluklarıdır. Algler içerdikleri maddeler nedeniyle de gıda, tarım, tıp, eczacılık, kozmetik ve çeşitli endüstri dallarında hammadde kaynağı olarak kullanılmaktadırlar (Cirik, 1979). Algler doğal olarak denizden toplandıkları gibi, yosunlara dayalı endüstrilerin geliştiği ülkelerde yetiştiricilik yoluyla da sağlanır.

Denizlerimizdeki alglerin dağılımını belirlemek için yapılan taksonomik araştırmalarda denizel floranın bine yakın türden oluştuğu bildirilmiştir (Cirik ve Cirik, 1999). Denizlerimizdeki alglerden bazıları agar-agar, alginat, karragen eldesinde kullanılan ekonomik türlere eşdeğerdir. İzmir ve İzmit körfezlerinde dağılım gösteren *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss agar-agar üretiminde kullanılan önemli bir deniz yosunudur. Algin hücre çeperinde polisakkarit olan agar-agar içermesi nedeniyle ticari değere sahiptir. Agar-agar özellikle gıda, ziraat, kozmetik ve eczacılık sanayinde kullanılmaktadır (Santelices ve Doty 1989; Critchley, 1991). Önemli bir agar-agar kaynağı olan *Gracilaria*

türlerinin birçok ülkede entansif veya ekstansif olarak yetiştiriciliği yapılmaktadır (Chirapart and Ohno, 1993; Hansen, 1984; Mollion, 1984).

Tank sistemlerinde tanklara uygulanan ışık miktarının *Gracilaria* talluslarının büyümesine etkili olduğu ve yüksek düzeydeki foton ışımasıyla gelişim hızları arasında doğru orantı bulunduğu gözlemlenmiştir (Bird ve Benson, 1987). Lignell ve diğ. (1987) 20 lt hacimli tanklarda yaptığı çalışmada 250 µEm<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup> ve 500 µEm<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup> olmak üzere iki farklı ışık şiddetinde *Gracilaria* 'nın gelişimini incelemiştir.

Bu çalışmada, 1000 ve 3000 lux gibi iki farklı ışık şiddetinde *Gracilaria* alginin büyümesi izlenmiştir. Agarofit *G. verrucosa* üretim teknolojisini belirlemek amacıyla yapılan bu araştırmada da 20 lt hacimli tanklarda 1000 ve 3000 lux olmak üzere iki farklı ışık şiddetinde büyüme oranları saptanmıştır.

### Materyal ve Yöntem

Araştırmada kullanılacak olan *G. verrucosa* tallusları İzmir Körfezinde 0.5–1metre derinliklerden toplanmıştır. Talluslar epifitlerden ayıklandıktan sonra 20 lt hacme sahip kare-poliolen tanklara stok yoğunluğu 3.6 kg / m<sup>2</sup> olacak şekilde yerleştirilmiştir (Chirapart and Ohno, 1993). Araştırmada

kullanılan deniz suyu, kum filtresinden geçirildikten sonra akış hızı  $1.44 \text{ m}^3.\text{gün}^{-1}$  olacak şekilde tanklara verilmiştir. 3'er adet alg tankında 1000 ve 3000 lux olarak iki farklı ışık şiddeti kullanılan denemede 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık olacak şekilde fotoperiyot uygulanmıştır. Deneme boyunca biyomas verileri *G. verrucosa*'nın yaş ağırlığı kağıt havlu yardımıyla üzerindeki deniz suyu alındıktan sonra elektronik hassas terazide (Japon Shimadzu) ölçülerek kaydedilmiştir. Elde edilen değerler üzerinde spesifik büyüme hızları;

Spesifik Büyüme Hızı:  $(100 \ln (N_t / N_0)) / t$  formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Burada,  $N_0$ : başlangıçtaki yaş ağırlığı ve  $N_t$ : t. günündeki yaş ağırlığı vermektedir (Cirik ve Gökpinar, 1993).

Deney süresince alg örnekleri ile birlikte aynı tarihlerde tanklardan su örnekleri de alınmıştır. Su sıcaklıkları,  $0.1 \text{ }^\circ\text{C}$  duyarlı termometre yardımıyla, pH değerleri ise pH metre (Orion) ile hesaplanmıştır. Tuzluluk ( $\text{‰ S}$ ) Mohr-Knudsen yöntemi kullanılarak laboratuarda ölçülmüştür.

Suyun Nutrient analizleri (Amonyum ( $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ), Nitrit ( $\text{NO}_2^-\text{-N}$ ), Nitrat ( $\text{NO}_3^-\text{-N}$ ) ve Fosfat ( $\text{PO}_4^-\text{-P}$ )) kolorimetrik olarak (Egemen ve Sunlu, 1999) spektrofotometre (Spektronic 21) ile ölçülmüştür.

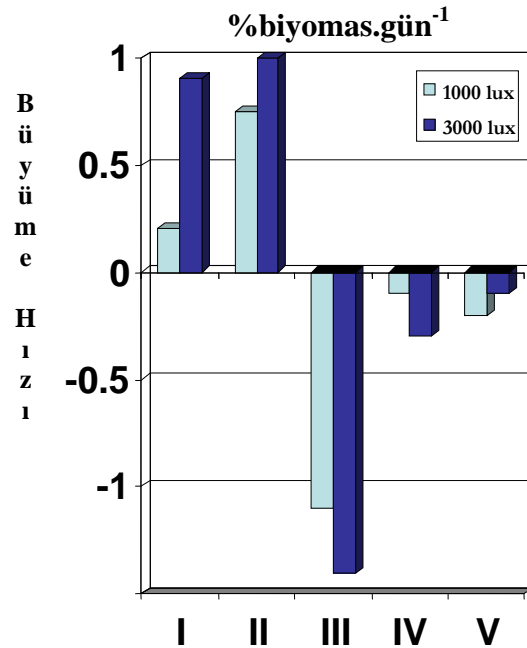
Büyümeye ait spesifik büyüme hızlarına ait veriler SPSS programındaki MEAN (ortalama) prosedürü kullanılarak analiz edilmiştir ve tüm veriler ortalama  $\pm$  standart sapma ve standart hata olarak sunulmuştur. Işık şiddetine bağlı ortalama büyüme ile ilgili değerler SPSS programındaki t-Testi uygulanarak karşılaştırılmış ve  $P \leq 0.05$  değerleri istatistiksel yönden farklı olarak kabul edilmiştir.

Büyüme ile ilgili veriler ile su kalitesi parametreleri arasındaki ilişkiyi bulmak için SPSS programındaki Regresyon ve Korelasyon analizleri uygulanmıştır (Özdamar, 1997).

## Bulgular

İki farklı ışık yoğunluğunda yetiştirilen *G. verrucosa* talluslarının beş farklı tarihte (20 Kasım 2002, 3 Aralık 2002, 11 Aralık 2002, 24 Aralık 2002 ve 7 Ocak 2003) elde edilen spesifik büyüme hızları (% biyomas.  $\text{gün}^{-1}$ ) Şekil 1'de gösterilmiştir. *G. verrucosa* için en yüksek büyüme hızı 3 Aralık 2002 tarihinde  $0.95 \pm 0.35.\text{gün}^{-1}$ , en düşük büyüme hızı ise 11 Aralık 2002 tarihinde  $-1.35 \pm 0.13.\text{gün}^{-1}$  olarak 3000 lux ışık şiddetinin uygulandığı deneme grubunda saptanmıştır (Şekil 1). Yapılan tüm ölçümlerde deneme gruplarının büyüme hızları istatistiksel yönden bir farklılık göstermemiştir ( $P \leq 0.05$ ).

Tablo 1'de denemeler boyunca *Gracilaria* tanklarının giriş ve çıkışından alınan su örneklerinde ölçülen besin elementi düzeylerine ait bulgular sunulmaktadır. Buna göre 3 Aralık 2002 ve 24 Aralık 2002 tarihlerinde tank giriş ve çıkış suları arasındaki amonyum konsantrasyonunda  $11.4 \text{ } \mu\text{g.at.NH}_4^+\text{-N.L}^{-1}$  fark tespit edilmiştir. Bu tarihler dışında tank giriş ve çıkışı arasındaki amonyum miktarında belirgin bir değişim gözlemlenmemiştir. En yüksek amonyum konsantrasyonu 24.12.2002 tarihinde  $19.74 \text{ } \mu\text{g.at.NH}_4^+\text{-N.L}^{-1}$  olarak yüksek ışık yoğunluğu uygulanan tankların giriş suyunda saptanmıştır (Tablo 1).



Şekil 1. Farklı ışık şiddeti deneme gruplarında farklı tarihlerde ölçülen *Gracilaria*'lara ait spesifik büyüme hızları (I:20.11.2002, II:03.12.2002, III: 11.12.2002, IV: 24.12.2002, V: 07.01.2003).

Nitrit miktarı en yüksek ( $41.56 \text{ } \mu\text{g.at.NO}_2^-\text{-N.L}^{-1}$ ) 20 Kasım 2002 tarihinde yüksek ışık şiddetinin uygulandığı tankların çıkış suyunda saptanmıştır. Deneme süresince tank giriş ve çıkış sularındaki nitrit konsantrasyonu açısından önemli bir fark tespit edilmemiştir (Tablo 1).

Ölçüm yapılan tarihler arasında Nitrat miktarı  $0.05 \text{ } \mu\text{g.at.NO}_3^-\text{-N.L}^{-1}$  (24 Aralık 2002) ile  $0.24 \text{ } \mu\text{g.at.NO}_3^-\text{-N.L}^{-1}$  (3 Aralık 2002) arasında değişim göstermiştir. Tank giriş ve çıkış suları arasındaki nitrat konsantrasyonunda  $0.16 \text{ } \mu\text{g.at.NO}_3^-\text{-N.L}^{-1}$  fark tespit edilmiştir. 24 Aralık 2002 tarihinde bu fark  $0.05 \text{ } \mu\text{g.at.NO}_3^-\text{-N.L}^{-1}$ 'ye inerken diğer tarihlerde belirgin bir değişim gözlemlenmemiştir (Tablo 1).

Fosfat miktarı  $1.66 \text{ } \mu\text{g.at.PO}_4^-\text{-P.L}^{-1}$  (24 Aralık 2002) ile  $4.74 \text{ } \mu\text{g.at.PO}_4^-\text{-P.L}^{-1}$  (3 Aralık 2002) arasında değişim göstermiştir. 24 Aralık 2002 tarihinde tank giriş ve çıkış suyu arasındaki fosfat konsantrasyonunda  $0.25 \text{ } \mu\text{g.at.PO}_4^-\text{-P.L}^{-1}$  fark saptanmıştır. Diğer tarihlerde tank giriş ve çıkış sularındaki fosfat miktarında belirgin bir değişim gözlemlenmemiştir (Tablo 1).

Tablo 2' de deneme süresince *Gracilaria* tanklarından alınan su örneklerinde ölçülen sıcaklık, tuzluluk, pH ve oksijen değerleri sunulmaktadır. Suyun sıcaklığı en yüksek deneme başlangıcı olan 15 Kasım 2005 tarihinde  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , en düşük 11 Aralık 2002 tarihinde  $8.7 \text{ }^\circ\text{C}$  olarak saptanmıştır. Tuzluluk değerleri  $\text{‰}$  34.6 ve 35.1 arasında ölçülürken, pH değerleri 7.4 ile 7.7 arasında değişim göstermiştir. Oksijen değerleri  $4.22\text{-}7.2 \text{ mg.L}^{-1}$  olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2).

**Tablo 1.** *Gracilaria* tanklarının su girişi ve çıkışlarında belirli tarihlerde ölçülen suyun besleyici element miktarları.

		20/11/2002	03/12/2002	24/12/2002	07/01/2003
Amonyum	Tank Girişi	1,16	1,48	19,74	2,64
$\mu\text{g at NH}_4^+-\text{N.L}^{-1}$	Tank Çıkışı	0	0,74	8,34	1,48
Nitrat	Tank Girişi	0,23	0,24	0,05	0,1
$\mu\text{g at NO}_3^--\text{N.L}^{-1}$	Tank Çıkışı	0,08	0,08	0,05	0,08
Nitrit	Tank Girişi	40,9	0,33	9,35	27,88
$\mu\text{g at NO}_2^--\text{N.L}^{-1}$	Tank Çıkışı	41,56	0,25	10,02	28,16
Fosfat	Tank Girişi	1,91	4,74	1,91	1,91
$\mu\text{g at PO}_4^{3-}-\text{P.L}^{-1}$	Tank Çıkışı	1,78	4,56	1,66	1,69

**Tablo 2.** *Gracilaria* tanklarında ölçülen su sıcaklığı, tuzluluğu, pH ve çözülmüş oksijen değerleri.

Ölçüm Tarihleri	Sıcaklık (°C)	Tuzluluk (‰)	pH	Çözülmüş Oksijen (mg/L)
20.11.2002	19	33,76	7,65	4,22
03.12.2002	17	33,35	7,4	7,2
24.12.2002	8,7	35,1	7,7	6,8
07.01.2003	15	36,27	7,62	7,1

Su parametreleri ile biyomas değerleri arasında bir ilişkinin bulunup bulunmadığını tespit etmek amacıyla yapılan Regresyon analizleri sonucu su sıcaklığı ile büyüme hızları arasında negatif bir ilişkinin olduğu görülmüştür ( $p \leq 0.05$ ). 1000 lux ışık yoğunluğunda yetiştirilen tallusların büyüme hızları ile sudaki fosfat miktarı arasında ise pozitif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir ( $p \leq 0.05$ ).

## Tartışma ve Sonuç

*G. verrucosa* 'nın tanklarda üretim teknolojisini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada 1000 ve 3000 lux gibi farklı iki ışık şiddetinde entansif alg yetiştiriciliği denenmiştir. 3000 lux ışık şiddetinde yetiştirilen tallusların büyüme oranının daha fazla olduğu saptanırken istatistiksel olarak büyüme hızları arasında fark bulunamamıştır ( $P \leq 0.05$ ). Elde ettiğimiz sonuçlar, önceki çalışma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Lignell ve diğerleri (1987) 250  $\mu\text{Em}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  ve 500  $\mu\text{Em}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  olmak üzere iki farklı ışık şiddetinde 20 lt hacimli tanklarda *Gracilaria* 'nın büyüme oranını incelemiş ve iki farklı ışık şiddetinde yetişen algler arasında gelişimleri açısından bir farklılığın olmadığını bulmuşlardır.

Kültüre alınan alg talluslarının yetiştirildiği ortam olan İzmir körfezinde doğal olarak dağılım gösteren *G. verrucosa* talluslarının Nisan–Ekim ayları arasında zayıfladığı bildirilmiştir (Ak ve Cirik, 2004). Bu nedenle denememize Kasım ayında başlanılmıştır. Algin gelişimi derinlik artışına bağlı olarak azalması nedeniyle (Cirik ve Cirik, 1999) tanklardaki su seviyesi 50 cm olarak belirlenmiştir.

*G. verrucosa* 'nın doğal dağılımında en iyi gelişmiş bireylerin güçlü su akıntılarının olduğu ancak dalga hareketlerinden korunmuş bölgelerde bulunduğu belirtilmektedir (Jones, 1959). Tanklardaki suyun akış hızı 1.44  $\text{m}^3/\text{gün}$  olacak şekilde ayarlanmıştır.

Su sıcaklığı ile büyüme hızları arasında yakın bir ilişkinin varlığı saptanmıştır. Su sıcaklığı 15 – 20 °C aralığında biyomasta bir artış gözlenirken su sıcaklığının 10 °C 'nin altına inmesiyle *G. verrucosa* biyomasında önemli azalmalar gözlemlenmiştir. Deneme süresince su sıcaklığının 18 °C 'nin

altında olması nedeniyle alg talluslarında eşeyli üreme görülmemiştir.

*G. verrucosa* 'nın büyümesi ortamın pH değerine de bağlıdır. pH değerinin 9 'a ulaştığı kültür ortamlarında algin büyümesi durmaktadır. Deneme süresince pH 7.4 ile 7.7 arasında değişim göstermiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda pH ile biyomas arasında bir ilişki saptanmamıştır.

Lapointe (1985) *G. verrucosa* 'nın karanlıkta dahi azot alımında bir azalma olmadığını bildirmiştir. Denemede tankların giriş ve çıkış sularındaki nitrat ve amonyum miktarlarında farklılık saptanmıştır. 20 Kasım 2002 ve 3 Aralık 2002 tarihlerinde yapılan ölçümlerde tankların giriş ve çıkış sularındaki nitrat farkı yaklaşık 0.16  $\mu\text{g.at.NO}_3^--\text{N.L}^{-1}$ , amonyum farkı ise 11.4  $\mu\text{g.at.NH}_4^+-\text{N.L}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Sıcaklığın 8.7°C'ye düştüğü 11 Aralık 2002 tarihinde tank giriş ve çıkış sularındaki nitrat miktarı aynı kalırken (0.05  $\mu\text{g.at.NH}_4^+-\text{N.L}^{-1}$ ) amonyum farkı 11.4  $\mu\text{g.at.NH}_4^+-\text{N.L}^{-1}$ 'ye yükselmiştir. Bu durum düşük su sıcaklığında algin azot kaynağı olarak amonyumu tercih ettiğini göstermektedir. Deneme grupları arasında nitrit, nitrat ve amonyum miktarları bakımından istatistiksel olarak fark bulunmamıştır.

Azot *G. verrucosa* 'nın büyümesine etki etmekle birlikte, sudaki fosfat miktarı da ağırlık artışında önemli bir role sahiptir. 1000 lux ışık yoğunluğunda yetiştirilen tallusların büyüme hızları ile sudaki fosfat miktarı arasında pozitif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. ( $p \leq 0.05$ ). Deneme süresince tank giriş ve çıkış suları arasındaki fosfat konsantrasyonlarında çok belirgin farklılıklar gözlemlenmemiştir.

Çalışma sonucunda, *Gracilaria verrucosa* 'nın entansif yetiştiriciliğinin ülkemiz koşullarında yapılabileceği ancak algin büyümesine ışık yoğunluğu ve sıcaklığın etki ettiği belirlenmiştir. Tank yetiştiriciliğinin yapılabilmesi içinde diğer fiziksel faktörlerin belirlenmesi yapılacak olan çalışmalarda saptanacaktır.

## Teşekkür

"Ülkemiz Koşullarına Uygun *Gracilaria* sp. Üretim Teknolojisinin Geliştirilmesi" adlı bu çalışma 2001/SÜF/008 nolu Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projesi kapsamında desteklenmiştir.

**Kaynakça**

- Ak, İ., and S. Cirik. 2004. Distribution of *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss (Rhodophyta) in Izmir Bay (Eastern Aegean Sea). Pakistan Journal of Biological Sciences 7(11):2022-2023.
- Bird, K.T., and P.H., Benson. 1987. Seaweed cultivation for renewable resources. Elsevier. USA: 170-175.
- Cirik, Ş. 1979. Analyse Bibliographique des Travaux sur les Phanerogrames et les Algues Marines Benthiques des côtes de Turquie (1843-1978) Rev. Bio. Eco. Medit, 4:93-100.
- Cirik, Ş., and S. Cirik. 1999. Aquatic Plants (ecology, biology and culture techniques of marine plants) Ege University Fisheries Faculty Periodicals. Bornova 58:135-155 (in Turkish)
- Cirik, S., and Ş. Gökpinar. 1993. Plankton and it's culture (in Turkish). Ege University Fisheries Faculty Periodicals. Bornova 38:217.
- Chirapat, A., and M. Ohno. 1993. Growth in tank culture of species of *Gracilaria* from the Southeast Asian waters. Botanica Marina, 36: 9 -13
- Critchley, A.T. 1991. *Gracilaria* (Rhodophyta, Gracilariales): An Economically important agarophyte. Kochi University pres. 89-107
- Edding, M., C. Leon, and R. Ambler. 1987. Growth of *Gracilaria* sp. in the laboratory. Hydrobiologia 151/152, 375-37
- Egemen, Ö., and U. Sunlu. 1999. Water quality (in Turkish). Ege University Fisheries Faculty Periodicals. Bornova 14:20-25.
- Hansen, J. 1984. Strain selection and physiology in the development of *Gracilaria* mariculture, Hydrobiologia 116/117, 89-94.
- Jones, W.E. 1959. The growth and futuring of *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss. J. Mar.Biol.Ass.U.K.,38:47-56.
- Lapointe, B.E. 1985. Strategies for pulsed nutrient supply to *Gracilaria* cultures in the Florida Keys: Interactions between concentration and frequency of nutrient pulses. J.Exp.Mar.Ecol.,93,211-222.
- Lignell, A., P. Ekman, and M. Pedersen. 1987. Cultivation technique for marine seaweeds allowing controlled and optimized conditions in the laboratory and on a pilotscale. Botanica Marina,30,417-424.
- Mollion, J. 1984. Seaweed cultivation for phycocolloid in the Mediterranean. Hydrobiologia 116/117, 288-291
- Özdamar, K. 1997. Statistical data analysis by PC programs. I. Anadolu University Periodicals. Eskişehir.1001:125-130 (in Turkish)
- Santelices, B., and M. Doty. 1989. A review of *Gracilaria* farming. Aquaculture. 78: 68-133.